

пользованию значительной установочной мощности насоса с электродвигателем, что является существенным недостатком насосного привода.

Для компенсации этого недостатка по возможности предусматривают кратковременную работу приводных электродвигателей насосов с перегрузкой, устанавливают насосы с несколькими ступенями давления и подачи, используют маховичный привод, снабжают привод мультипликатором и наполнительным баком.

Авторы предлагают повысить эксплуатационные показатели простого насосного привода с насосами постоянной подачи, сделав его редукторно-мультипликаторным [3]. Такой привод имеет равномерную загрузку насосов, меньшее рабочее давление насосов и как результат этого, меньшую установочную мощность приводных двигателей насосов. Указанный эффект имеет место как в одноцилиндровом так и многоцилиндровом приводе [3]. В первом случае при холостом ходе используется одинарный гидравлический редуктор, а при рабочем ходе – одинарный мультипликатор. Во втором варианте – двоярный редуктор и двоярный мультипликатор.

В работе рассмотрены два варианта перевода простого насосного привода в редукторно-мультипликаторный. Проведен анализ кинематических параметров.

### **Литература**

1. Добринский Н.С. Гидравлический привод прессов [Текст] / Н.С. Добринский. – М.: Машиностроение, 1975.-222с.
2. Навроцкий К.Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов [Текст]. – М.: Машиностроение, 1991.-384с.
3. Разработка и исследование гидравлического редукторно-мультипликаторного привода металлургических машин [Текст] / А.П. Потапенков, С.С. Пилипенко, Ю.Г. Серебренников и др. // Известия вузов. Чёрная металлургия. – 2009. - №8. – с.54-59.

УДК 669

### **ВАРИАНТ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРУБ**

***Мыльников С.В.<sup>1,2</sup>, Исхаков Р.Ф.<sup>1,2</sup>***

*<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого  
Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия*

*<sup>2</sup>ЗАО НПП «Машипром», г. Екатеринбург, Россия  
segav247@gmail.com*

На сегодняшний день в металлургической промышленности существуют традиционные процессы производства стальных труб, которые

при различных вариациях построения технологического процесса не пригодны для производства труб из цветных металлов и сплавов, ввиду проблемы ограниченного сортамента.

По существующей технологии, трубная заготовка, в виде полунепрерывнолитой заготовки сплошного сечения, прошивается в горизонтальном экструзионном прессе, а затем прессуется для последующей обработки в станах холодной прокатки труб или трубоволоочильных станах. Обзор применяемых технологических схем производства холоднодеформированных труб из цветных металлов и сплавов приведен в работе [1].

Для данной технологии требуется проведение промежуточных термообработок для восстановления пластичности. Для большинства сплавов меди необходим промежуточный рекристаллизационный отжиг после каждого прохода холодной деформации. Для минимального окисления поверхности изделия применяют печи с восстановительной азотоводородной атмосферой, что в свою очередь имеет достаточно высокую стоимость. Также необходимо оборудование для генерации защитной атмосферы, очистку и рециклинг, что в мелкосерийном производстве трудно окупаемо.

Для мелкосерийного производства подойдет новая технология производства труб, которая включает в себя совмещение прессования трубной заготовки на горизонтальном экструзионном прессе с редуционно-растяжной прокаткой. Схема и состав комплекса выглядит следующим образом: 1) полая заготовка под прессование формируется методом намораживания металла на кристаллизатор; 2) слиток подогревается в индукционной печи, затем проходит через термос для выравнивания температуры по сечению; 3) производится прессование в трубную заготовку; 4) после прессования заготовка поступает в редуционно-растяжной стан без дополнительных нагревов; 5) производится ускоренное охлаждение в УКО в противопотоке воды; 6) калибровка размеров трубы в дополнительном волоочильном проходе.

Преимущества технологии с точки зрения энергосбережения и экологичности: 1) использование тепла литейного передела для горячей деформации на начальных этапах производства; 2) отсутствие потерь металла на мехобработку и обрезки захватом при многократном волочении; 3) отсутствие отжига в защитной атмосфере и кислотных ванн для травления.

В качестве показателей энергоэффективности производства труб по данной технологии приведем сравнение с типовой технологической схемой производства труб [2].

## Удельный расход энергии

Технологическая операция	Удельный расход энергии, кВт*ч/т	
	Типовая технология	Предлагаемая технология
Нагревательная печь	508	—
Прошивной пресс литой заготовки	30	—
Индукционный нагрев перед прессованием	610	400
Прессование на горизонтальном экструзионном прессе	42	42
Травление поверхности заготовки	26	—
Редукционно-растяжная прокатка	—	38
Волочение в холодном состоянии	40	5
Итого:	1256	485

Данное сокращение удельных затрат энергии при производстве труб частично решает вопросы энергосбережения, а отсутствие применения опасных и вредных стадий производства с образованием активных отходов, таких как кислотные растворы ванн травления, отходы операций фосфатирования и др., решает вопросы экологического характера.

### Литература

1. Зиновьев А.В., Колпашников А.И. Технология обработки давлением цветных металлов и сплавов / А.В. Зиновьев, А.И. Колпашников, П.И. Полухин и др. – М.: Металлургия, 1992. – 512 с.
2. Хензель, А. Оптимизация расхода энергии в процессах деформации / А. Хензель, Т. Шпитгель, М. Шпитгель и др. – М.: Металлургия, 1985. – 184 с.

УДК 669

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ПЕРЛИТНОЙ СТАЛИ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИМАСШТАБНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

**Константинов Д.В., Корчунов А.Г.**

*ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова», г. Магнитогорск, Россия  
const\_dimon@mail.ru*

Сталь с перлитной структурой является классическим примером наноструктурированного металлического материала [1-5]. При этом главными свойствообразующими процессами в ходе волочения такой стали являются утонение цементитных пластин; изменение межпластиночного расстояния в перлитных колониях и металлографической текстуры; локализация микродеформации [6-9]. Вследствие высокой ответ-